

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日
Date of Application:

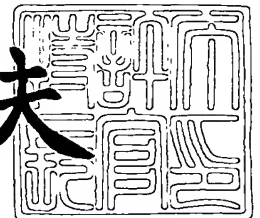
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 0 9 6 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 1 0 9 6 2]

出 願 人 株式会社ニデック
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P30210103

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

 【氏名】 大澤 孝治

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

 【氏名】 高橋 達史

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

 【氏名】 夏目 勝弘

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株式会社ニデック拾石工場内

 【氏名】 三浦 享博

【特許出願人】

 【識別番号】 000135184

 【住所又は居所】 愛知県蒲郡市栄町 7 番 9 号

 【氏名又は名称】 株式会社ニデック

 【代表者】 小澤 秀雄

 【電話番号】 0533-67-6611

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 056535

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 干渉縞形成用の光学素子と被測定物とにより形成される干渉縞像を撮像し、該干渉縞像を基に被測定物の表面形状を検査する表面検査装置において、被測定物の測定面を略垂直方向に立てた状態で被測定物を略垂直方向に移動する移動手段を設けたことを特徴とする表面検査装置。

【請求項 2】 請求項 1 の表面検査装置において、被測定物の測定面を略垂直方向に立てた状態で被測定物の下端部を支持する支持部材を備え、前記移動手段は、被測定物の下面端部が前記支持部材から離れるまで持ち上げた後、再び前記支持部材に支持されるまで降ろすことを特徴とする表面検査装置。

【請求項 3】 請求項 2 の表面検査装置において、前記移動手段は被測定物の上面端部又は側面端部を支持して被測定物を吊り上げる手段であり、干渉縞像の撮像中にその吊り上げ力は被測定物の重量に応じて調節されていることを特徴とする表面検査装置。

【請求項 4】 請求項 2 の表面検査装置において、前記支持部材には被測定物の下面端部が当接する箇所に弾性体を設けたことを特徴とする表面検査装置。

【請求項 5】 請求項 3 の表面検査装置は、被測定物の裏面側の外周部に部分的に接触する接触部材を備え、前記吊下げ手段による吊下げ時には、前記接触部材により前記被測定物の測定面の垂直方向に対する傾斜角度が、0 度より大きく、かつ 4 度以下でガイドされていることを特徴とする表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被測定物の表面形状を検査する表面検査装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

半導体製造工程において、感光剤を塗布したウェハを露光する際に、I C 回路を描いた板状のガラスマスクをウェハにあわせて置き、露光装置により紫外線を

照射して当たった個所のフォトレジスト上にパターンを転写している。このガラスマスクのパターンはウェハ上に縮小して投影されるため、ガラスマスクには高い平面度が要求されている。

ガラスマスクにおける表面の平面度の測定には、ガラスマスクを垂直支持（数度の傾きを含む）するものと、水平支持するものがある（例えば、特許文献 1 参照。）。精度よく測定するためには、水平支持に比べて、自重変形しにくい垂直支持が用いられてきた。

【0003】

【特許文献 1】

特許第 2631003 号公報（第 2-3 頁、第 1 図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、垂直支持においても、さらに高精度（ナノメートルオーダー）の平面度測定が要求されている。従来の垂直支持の測定では、ガラスマスクを水平支持状態から垂直支持状態にして測定するため、垂直支持状態にしても水平支持状態でのガラスマスクの自重によるたわみの影響が残ったり、支持部への集中荷重などによるガラスマスクの変形が測定時の誤差要因となって、ガラスマスク自体が本来有している平面度の測定ができなかった。

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点を鑑み、高精度に表面形状情報を得ることができる表面検査装置を提供することを技術課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

(1) 干渉縞形成用の光学素子と被測定物とにより形成される干渉縞像を撮像し、該干渉縞像を基に被測定物の表面形状を検査する表面検査装置において、被測定物の測定面を略垂直方向に立てた状態で被測定物を略垂直方向に移動する移動手段を設けたことを特徴とする。

(2) (1)の表面検査装置において、被測定物の測定面を略垂直方向に立てた状態で被測定物の下端部を支持する支持部材を備え、前記移動手段は、被測定物の下面端部が前記支持部材から離れるまで持ち上げた後、再び前記支持部材に支持されるまで降ろすことを特徴とする。

(3) (2)の表面検査装置において、前記移動手段は被測定物の上面端部又は側面端部を支持して被測定物を吊り上げる手段であり、干渉縞像の撮像中にその吊り上げ力は被測定物の重量に応じて調節されていることを特徴とする。

(4) (2)の表面検査装置において、前記支持部材には被測定物の下面端部が当接する箇所に弾性体を設けたことを特徴とする。

(5) (3)の表面検査装置は、被測定物の裏面側の外周部に部分的に接触する接触部材を備え、前記吊下げ手段による吊下げ時には、前記接触部材により前記被測定物の測定面の垂直方向に対する傾斜角度が、0度より大きく、かつ4度以下でガイドされていることを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について一実施形態を挙げ、図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る表面検査装置の要部構成図であり、ここでは斜入射干渉計を例示している。

まず、表面形状測定光学系及び制御系について説明する。図1の測定光学系は、上から見たときの概略構成を示している。測定光源であるHe-Neレーザ光源1から出射したレーザ光はエキスパンダレンズ2を通過した後、コリメータレンズ3により平行光束とされプリズム4に入射する。プリズム4の参照面4'はピエゾ素子5によりウェハ6の被測定面6'との距離が変えられ、参照光の位相が変化される。

【0008】

プリズム4に入射した光の一部は参照面4'を透過して支持ユニット20に支持された板状の被検ガラス6の被測定面6'で反射し、再びプリズム4を通過して、レンズ9を通り、カメラ10に向かう。一方、プリズム4に入射した光の内、参照面4'で反射した光はレンズ9を通り、カメラ10に向かう。被測定面6

で反射した光と参照面 4' で反射した光は干渉現象を起こし、カメラ 10 で干渉縞が撮像される。撮像された干渉縞は、映像信号として解析装置 11 に送信され、表面形状の平坦度や厚さムラ等の演算解析が行われる。解析装置 11 にはキーボードやマウス、測定開始スイッチ等の入力部 11a、撮像画像や解析結果を表示するモニタ 12 が接続されている。13 は制御部で、レーザ光源 1、支持ユニット 20 の後述するモータ、ピエゾ素子 5 等の駆動制御を行う。また、制御部 13 にはメモリ 14 が接続されている。

【0009】

次に、支持ユニット 20 について説明する。被検ガラス 6 は、図 3 (a) に示す様に水平な状態に置いた後に、支持ユニット 20 の回転移動により、図 3 (b) に示す略垂直な状態に置かれて測定される。図 2 は図 3 (b) に示す略垂直な状態を示している。図 2 (a) は支持ユニット 20 の側面図、図 2 (b) は図 2 (a) の側面図を A 方向から見た図である。

【0010】

支持ユニット 20 は載置台 15 に取り付けられている。支持ユニット 20 のうち、被検ガラス 6 を載せるための 3 つの載せ台 21 が載置台 15 に固定されている。被検ガラス 6 に載せ台 21 が当接する部分は、被検ガラス 6 にマスクパターンが形成されない裏面側の外周部（例えば、エッジより 2 mm 内側まで）となるように配置されている。また、載置台 15 には、被検ガラス 6 の位置出しをするための 2 つの下端用ガイド 22 と 1 つの側端用ガイド 23 が固定されている。下端用ガイド 22 は、図 3 (b) に示す様に、被検ガラス 6 が略垂直に立てられたときに、その下面（下端部）6a が当接することにより、被検ガラス 6 を支持する。

【0011】

また、載置台 15 には直動ガイドである 2 つのボールブッシュ 24 が取付ブロック 25 によって固定されている。ボールブッシュ 24 にはシャフト 26 が摺動可能に挿通され、シャフト 26 の端部は吸着支基 27 に固定されている。吸着支基 27 には、被検ガラス 6 の上端部（測定面が垂直にされた状態での上端部）を支持するための 9 個の吸着カップ 28 が取り付けられている。各吸着カップ 2

8 の内部及び吸着支基 27 の内部には、図 2 (b) 中の破線で示すように、真空引き用の配管が形成されている。また、吸着支基 27 の上部には、図示なき真空源または真空ポンプにつながれたホース 29 が取り付けられている。尚、真空源または真空ポンプによる吸着動作は、制御部 13 によってコントロールされている。

【0012】

吸着支基 27 の上部の設けられたフック 27a には、引っ張りバネ 30 が掛けられ、引っ張りバネ 30 の他端は、移動支基 31 に固定されたピン 32 により移動支基 31 に留められている。移動支基 31 には、吸着支基 27 と同様にシャフト 35 が固定されている。シャフト 35 は載置台 15 に取り付けられた取付ブロック 34 に固定されたボールブッシュ 33 に挿通されている。これらの機構により、移動支基 30 はシャフト 35 の軸方向に摺動可能となっている。

【0013】

また、載置台 15 には、モータ 36 が取り付けられ、モータ 36 の軸 36a には、偏心カム 37 が固定されている。偏心カム 37 は移動支基 31 の底面に当接し、偏心カム 37 の回転により、移動支基 31 が上下する。38 はモータに取り付けられたエンコーダである。モータ 36 及びエンコーダ 38 は、制御部 13 に接続されて、モータ 36 は制御部 13 により駆動制御されている。

尚、支持ユニット 20 は被検ガラス 6 を垂直方向に立てたときに、図 2 (a) に示すように垂直方向に対して僅かに傾き、被検ガラス 6 が測定中に倒れないように 3 つの載せ台 21 の接触面が形成されている。この傾斜は、垂直方向（鉛直方向）に対して 0° より大きく、 4° 以下であることが好ましい。本実施の形態では 2° の傾斜にしている。

【0014】

以上のような構成を備える表面検査装置において、その動作を以下に説明する。

操作者は、まず、図 3 (a) に示す状態で、被検ガラス 6 を図 2 (b) に示す支持ユニット 20 の 3 つの載せ台 21 上に水平に置く。そして、操作者は、被検ガラス 6 の側面を 2 つのガイド 22 と 1 つのガイド 23 に押し当て、測定的位置

出しをする。次に、載置台 15 を回転させ、図 3 (b) に示す様に被検ガラス 6 を略垂直な状態（本実施の形態では水平方向に対して 88° の傾斜）にする。

【0015】

操作者は、被検ガラス 6 のセッティングが終わると、入力部 11 a の測定開始スイッチを押す。測定開始スイッチが押されると、制御部 13 は、真空源または真空ポンプにつながれた図示なき電磁弁を開く。また、制御部 13 は、モータ 36 を駆動することによって、偏心カム 37 を回転させ、移動支基 31 を最下部となるように下降させる。移動支基 31 の位置は、エンコーダからの偏心カム 37 の回転角度情報によって検知されている。移動支基 31 が最下部にあると、吸着支基 27 も最下部に下降し、多数の吸着カップ 28 により、被検ガラス 6 の上端部を吸着する。被検ガラス 6 を吸着すると、制御部 13 は、モータ 36 を駆動することによって、偏心カム 37 を回転させ、移動支基 31 を上へ移動させる。移動支基 31 が上へ移動すると、引っ張りバネ 30 を介して、吸着支基 27 及び被検ガラス 6 が上に持ち上げられる。被検ガラス 6 は、下面 6 a が 2 つのガイド 22 から離れるまで持ち上げられる。その後、モータ 36 は逆回転して、被検ガラス 6 は下降し、被検ガラス 6 の下面 6 a が 2 つのガイド 22 に接触し始め、被検ガラス 6 の重力（重量）の略半分の力で吊り上げられるところで停止する。

【0016】

このような被検ガラス 6 の吊り上げにより、垂直支持における被検ガラス 6 の下面 6 a が受ける荷重が軽減され、被検ガラス 6 の自重による撓みや反り等の変形が抑えられる。吊り上げ力は、上下方向に掛かる荷重を均等にするために、被検ガラス 6 の重力の約半分が好ましいが、完全に吊り上げた状態でも、従来方法の垂直支持に比べれば、被測定物自体の自重による変形が抑えられる。

【0017】

引っ張りバネ 30 のバネ定数、初期張力、バネの長さ、及び偏心カム 37 の回転による移動支基 31 の移動量は、上記の作動条件を満たす様に設計されている。上記の作動条件とは、偏心カム 37 の回転により移動支基 31 が最下部にあるときに被検ガラス 6 を吸着でき、偏心カム 37 の回転により移動支基 31 が上に移動したときに被検ガラス 6 の下面 6 a が 2 つのガイド 22 から離れ、そこから

下げたときに所定の位置で被検ガラス 6 の重力の略半分の力で吊り上げるという条件である。移動支基 3 1 が最下部になる位置、被検ガラス 6 が 2 つのガイド 2 2 から離れる位置、被検ガラス 6 の重力の略半分の力で吊り上げる位置は、モータ 3 6 につけられているエンコーダ 3 8 の信号として、予め、メモリ 1 4 に記憶されており、制御部 1 3 はエンコーダ 3 8 からの信号によってモータ 3 6 を駆動する。被検ガラス 6 の重量は予め与えられている。

【0018】

被検ガラス 6 を吊り上げて 2 つのガイド 2 2 から一度離し、そこから被検ガラス 6 の重力の略半分の力で吊り上げる効果について、図 4 を用いて説明する。被検ガラス 6 が水平に置かれた状態では、図 4 (a) に示すように被検ガラス 6 は載せ台 2 1 上で中心部が重力により反っている。この状態から、図 4 (b) に示すように被検ガラス 6 を垂直に立てても、ナノメートルのオーダーでは反りが残ってしまっている。また、水平から垂直に回転する過程（図 4 (a) から図 4 (b) への過程）で被検ガラス 6 の底面 6 a がガイド 2 2 に擦れてかじりが起こり、被検ガラス 6 が反った状態になる。このような被検ガラス 6 の内部残留応力を取り除くために、図 4 (c) に示すように、被検ガラス 6 を吊り上げ、2 つのガイド 2 2 から隙間 d ができるまで離す。隙間 d の値は $d > 0$ であれば任意であるが、隙間 d の値は小さい方が無駄な動きや無駄な時間が少なく効率的である。また、被検ガラス 6 を垂直に立てた状態では、自重による座屈やガイド 2 2 への集中荷重などにより、被検ガラス 6 が変形する。これらの影響を軽減するために、図 4 (d) に示すように図 4 (c) の状態から少し下げて、被検ガラス 6 をその重力の略半分の力で吊り上げる。この状態で被検ガラス 6 の表面検査を行うことで、従来の方法に比べて反り、たわみがより少ない状態で測定できる。

【0019】

また、被検ガラス 6 の重力の略半分の力で吊り上げて、被検ガラス 6 の底面 6 a のガイド 2 2 と当接する部分には被検ガラス 6 の略半分の重力がかかっている。ガイド 2 2 と当接する部分の集中荷重を緩和させるため、図 5 に示すように、ガイド 2 2 の上部に、ウレタンゴムや、シリコンゴム等の弾性体 2 2 a を取り付けてもよい。

【0020】

被検ガラス6のセッティングができた後、レーザ光源1からレーザ光が発せられ、参照面4'と被測定面6'で反射した光とにより形成される干渉縞がカメラ10で撮像される。また、制御部13はピエゾ素子5に電圧を印加し、参照面4'と被測定面6'との距離を変化させることで、干渉縞の位相を変化させる。こうして位相が変化した干渉縞像がカメラ10によって撮像され、各画像データは解析装置11内のメモリに取り込まれる。

【0021】

解析装置11はメモリに取り込んだ位相の異なる複数の干渉縞画像にノイズ除去等の周知の処理を施す。そしてこの位相データを高さデータに変換することによって被測定面6'の表面三次元形状を算出する。算出された三次元形状は、鳥瞰図や等高線図等でモニタ12に表示され、検者は被測定面6'の平坦度を評価できる。

【0022】

上記実施の形態では、被検ガラス6を2つのガイド22から離れる状態まで吸着支基27で吊り上げた後に再び降ろす移動機構としたが、被検ガラス6を2つのガイド22から離れる状態まで被検ガラス6の底面6aを押し上げるプッシャー機構を2つのガイド22の間に追加することにより、被検ガラス6を略垂直方向に移動する移動機構を構成してもよい。

【0023】

また、上記の被検ガラス6の吊り上げ機構は、主に引っ張りバネ30、モータ36、偏心カム37によるものとしたが、これに限らず、被検ガラス6の吊り上げ力を被検ガラス6の重量に応じて調節できる吊り上げ機構であれば、上記の機構に限るものではない。例えば、エアシリンダーにより、吸着支基27を上下させ、吊り上げ荷重は、エアシリンダーに負荷する圧力によって調節する機構としてもよい。また、被検ガラス6を吊り上げている部材に圧電素子等のロードセルを組み込み、このロードセルにより実際に吊り上げ荷重を測定して吊り上げ力を調節してもよい。

【0024】

また、上記の実施形態の吊り上げ機構は、被検ガラス 6 の上面（上端部）を吸引して支持するように構成したが、被検ガラス 6 の左右の側面端部を両方向から吸引して支持するようにしても良い。また、被検ガラス 6 の上端部や側面端部を支持する方法としては、上記のような吸着の他、重力荷重よりある程度大きな力で引っ張ったときに剥がすことが可能な接着物を使用しても良い。

【0025】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被測定物の自重による反りやたわみの変形を抑え、高精度に表面形状を検査できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

表面検査装置の要部構成図である。

【図 2】

支持ユニットの機構を示す図である。

【図 3】

被検ガラスの載置状態を示す図である。

【図 4】

被検ガラスの載置状態を示す図である。

【図 5】

支持ユニットの機構の変容例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 3 コリメータレンズ
- 4 プリズム
- 9 レンズ
- 10 カメラ
- 13 制御部
- 20 支持ユニット
- 21 載せ台

2 2 下端用ガイド

2 2 a 弾性体

2 3 側端用ガイド

2 7 吸着支基

2 8 吸着カップ

3 0 引っ張りバネ

3 1 移動支基

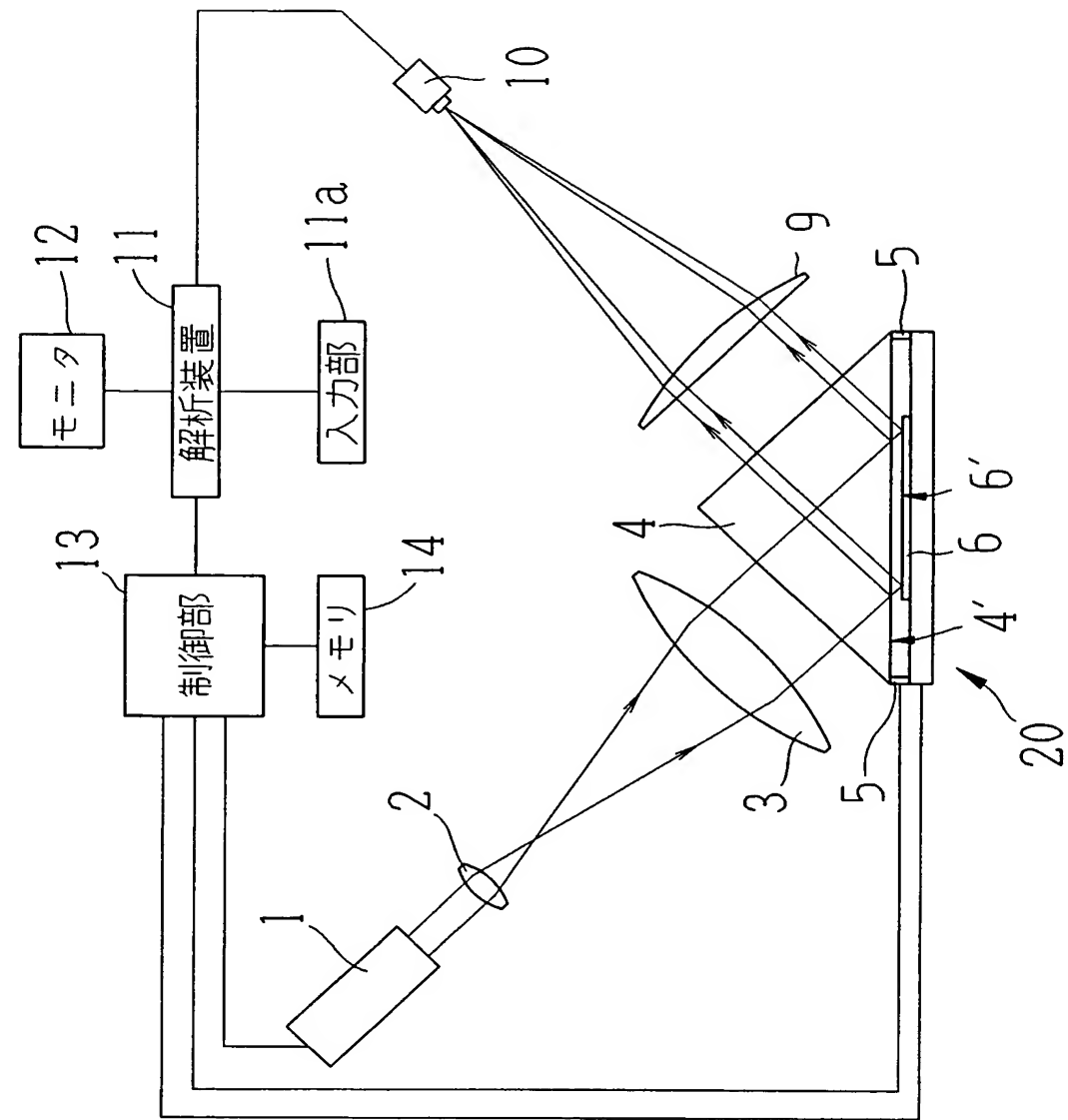
3 6 モータ

3 7 偏心カム

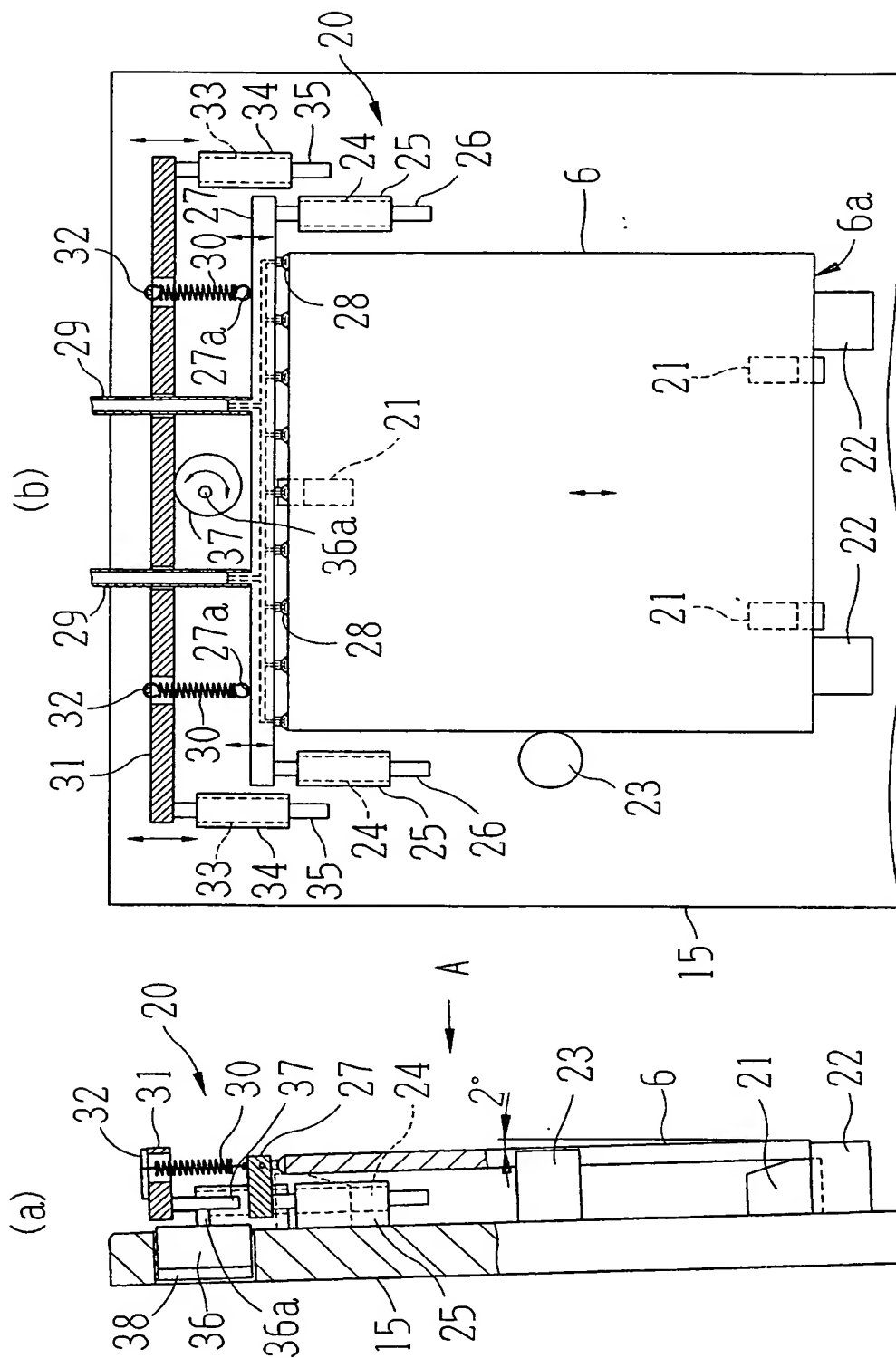
3 8 エンコーダ

【書類名】 図面

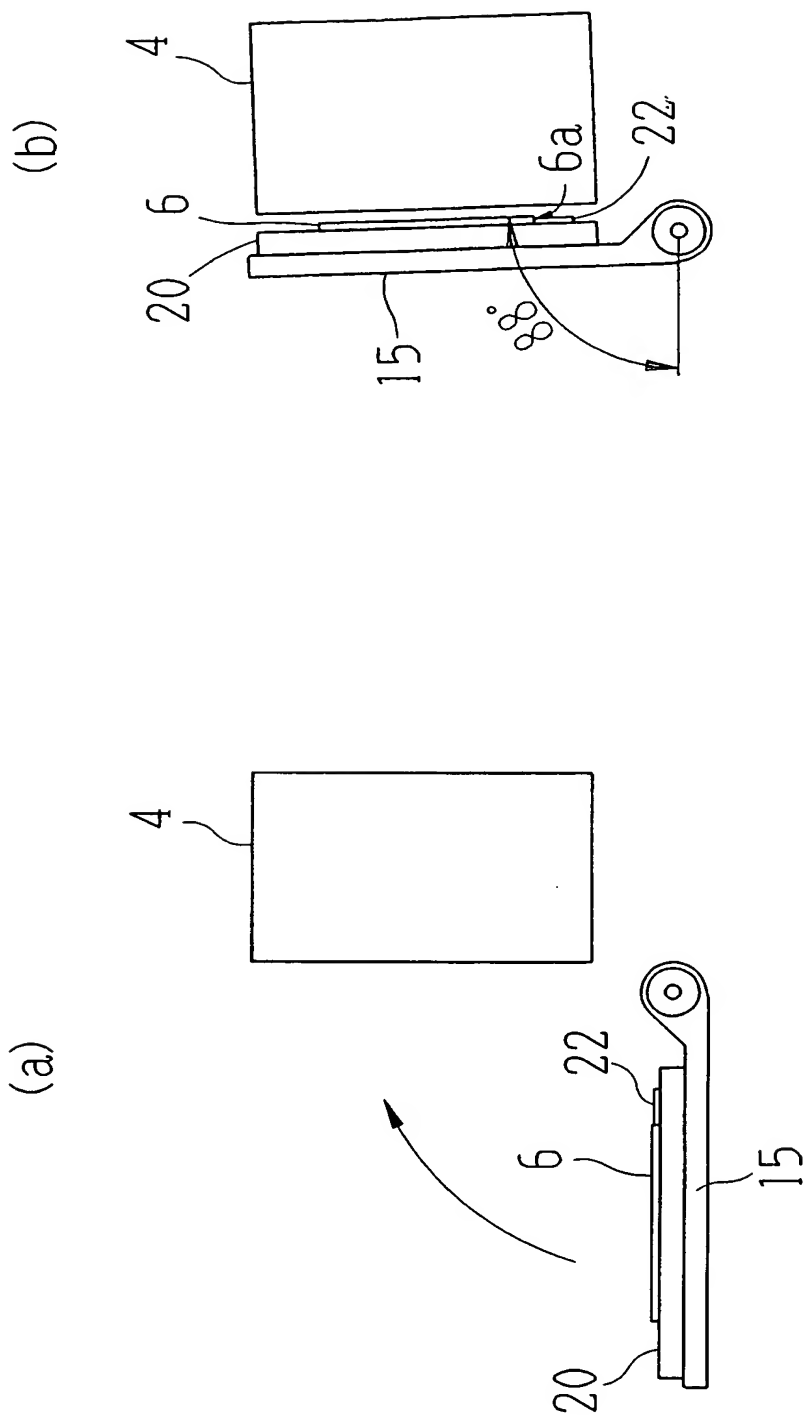
【図 1】



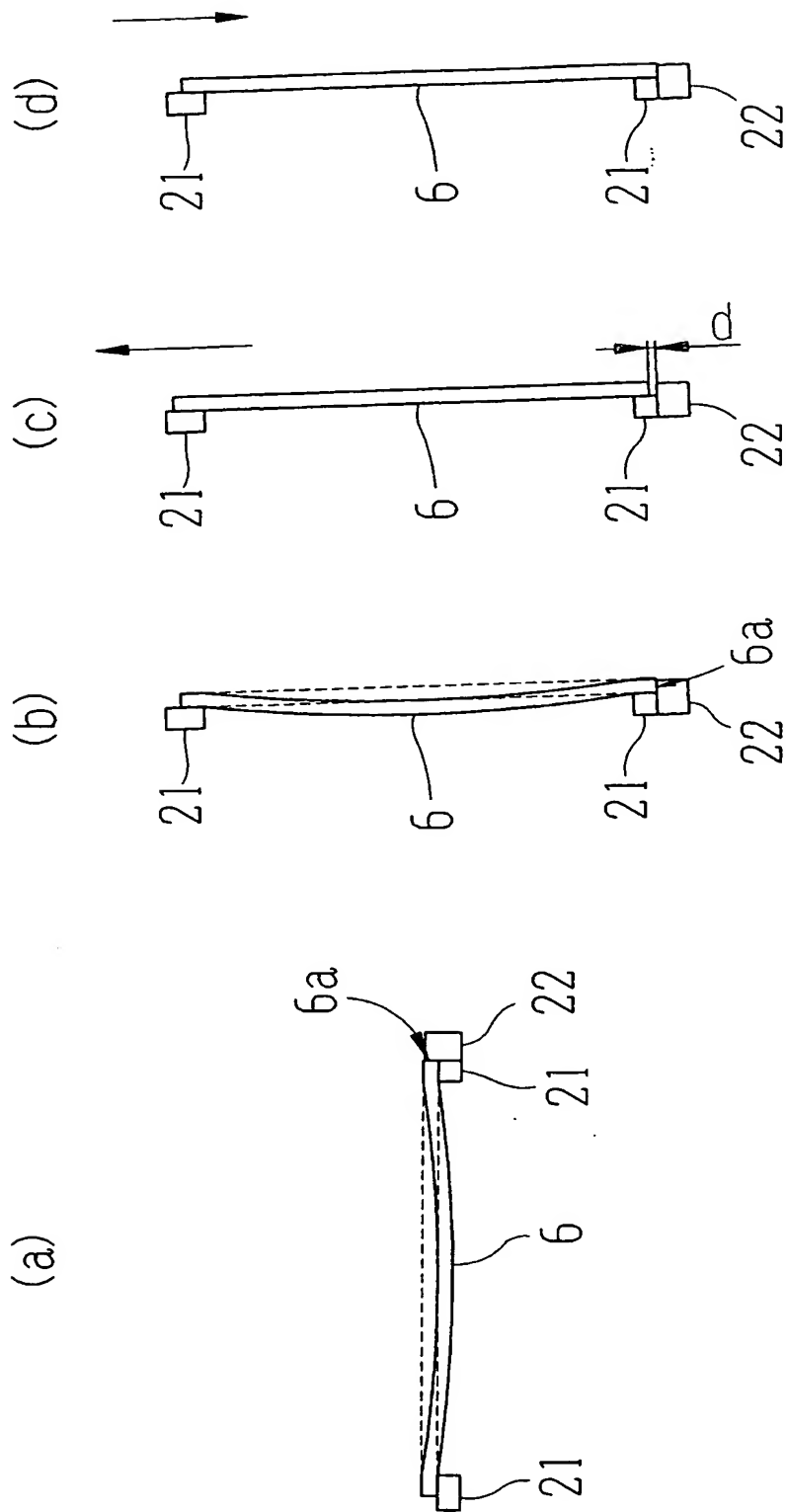
【図 2】



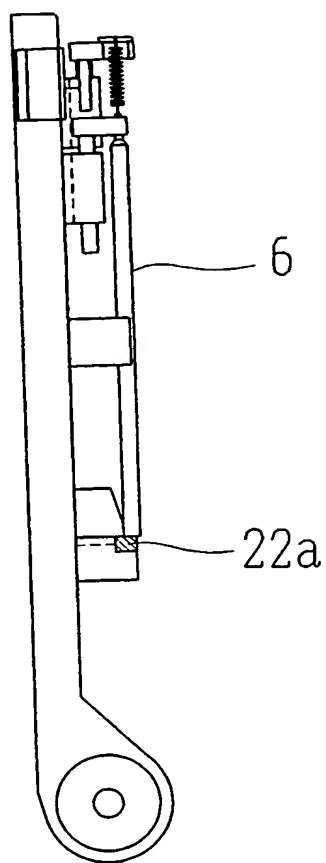
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度に表面形状情報を得ることができる表面検査装置を提供すること。

【解決手段】 干渉縞形成用の光学素子と被測定物とにより形成される干渉縞像を撮像し、該干渉縞像を基に被測定物の表面形状を検査する表面検査装置において、被測定物の測定面を略垂直方向に立てた状態で被測定物を略垂直方向に移動する移動手段を備える。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 1 0 9 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 3 5 1 8 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県蒲郡市栄町 7 番 9 号

氏 名

株式会社ニデック